(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4109717号
(P4109717)

(45)発行日　平成20年7月2日(2008.7.2)　(24)登録日　平成20年4月11日(2008.4.11)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 41/09	(2006.01)	H01L	41/08	C
G01L 1/16	(2006.01)	G01L	1/16	
H01L 41/22	(2006.01)	H01L	41/22	Z

請求項の数 8　(全 7 頁)

(21)出願番号	特願平8-530515
(86)(22)出願日	平成8年4月4日(1996.4.4)
(65)公表番号	特表平11-503272
(43)公表日	平成11年3月23日(1999.3.23)
(86)国際出願番号	PCT/US1996/004725
(87)国際公開番号	WO1996/031333
(87)国際公開日	平成8年10月10日(1996.10.10)
審査請求日	平成15年4月3日(2003.4.3)
(31)優先権主張番号	08/416,598
(32)優先日	平成7年4月4日(1995.4.4)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者
アメリカ合衆国
アメリカ合衆国，ワシントン，デーシー　２０２３１，
(74)代理人
弁理士　小野　由己男
(74)代理人
弁理士　宮川　良夫
(72)発明者　ヘルバーム，リチャード，エフ．
アメリカ合衆国，バージニア州　２３６６５，ハンプトン，バニスター　ドライブ　７４

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気活性デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

凸状の表面を有するプレストレス層と凹状の表面を有する圧電層とを有する複数の圧電素子と、

前記圧電素子間に形成される弾性かつ絶縁性を有するコンプライアンス層とを含み、

前記プレストレス層が伸張状態にあり前記圧電層が圧縮状態になるように、前記プレストレス層の凸状の表面が前記圧電層の凹状の表面に接着されている、

電気活性デバイス。

【請求項２】

前記プレストレス層が補強剤を含む、請求項１に記載の電気活性デバイス。

【請求項３】

前記圧電層が表面電極を含む、請求項１に記載の電気活性デバイス。

【請求項４】

前記プレストレス層と前記圧電層との間にさらに電極層を有し、かつ前記圧電層の上に前記電極層が載置されている、請求項１に記載の電気活性デバイス。

【請求項５】

前記プレストレス層が接着剤である、請求項１に記載の電気活性デバイス。

【請求項６】

前記圧電層が強誘電物質である、請求項１に記載の電気活性デバイス。

【請求項７】

前記圧電層が圧電歪み物質である、請求項１に記載の電気活性デバイス。
【請求項８】
前記接着剤がポリイミドである、請求項５に記載の電気活性デバイス。
【発明の詳細な説明】
発明の背景
発明の分野
本発明は一般的に強誘電デバイスに関し、特に大きな機械的出力変位を供給する強誘電デバイスに関する。
関連技術の説明
先行技術としては、’レインボー’圧電アクチュエータ及びセンサー、通常の圧電アクチュエータ及びセンサー、電磁アクチュエータ等がある。
通常、圧電アクチュエータは限られた機械的変位しか示さず、その出力は、圧電アクチュエータに用いられる物質が有する、低い圧電変位定数によって基本的に限定される。従って、数ミリメーターのオーダーの厚みをもつ通常のデバイスは、マイクロメーターのオーダーの機械的出力運動しか示さない。’レインボー’アクチュエータ、’ムーニーズ’一形態及び二形態圧電アクチュエータ等は、通常のデバイスより大きな機械的出力運動を示す。しかしながら、最も大きい出力運動を示す最も薄いセラミックウエハですら、3－4cmの長さのデバイスに対しz-方向で約1mmの限られた変位しか提供しない。更にまた、1/4mmの厚さのセラミックデバイスは極端にもろいので壊れやすいく、特別な取り扱いを必要とする。’レインボー’アクチュエータを製造する従来法には、ウエハから鉛蒸気を大気中に放出する化学的還元工程が含まれる。
従って、本発明の目的は改良された機械的変位を示す強誘電アクチュエータを提供することである。
本発明の他の目的としては、改良された耐久性を持つ強誘電アクチュエータを提供することである。
本発明のさらに他の目的としては、改良された機械加工性を持つ強誘電アクチュエータを提供することである。
本発明のさらに他の目的としては、従来法よりもっと環境上安全な強誘電アクチュエータを生産する方法を提供することである。
本発明のさらに他の目的としては、単純な方法で前述の目的を達成することである。
本発明のさらに追加の目的や長所は後述の図や明細書から明らかに成るであろう。
発明の要約
本発明によれば、前述及び追加の目的は強誘電性デバイスを製造する方法を提供することによって達成される。最初に、デバイス用の型が選出される。プレストレス層が型の上に置かれ、さらにプレストレス層の上に強誘電層が置かれる。これらの層は組み立てたデバイスを加熱、更に冷却することにより接着される。プレストレス層は粘着性であってもよいし、補強材を含んでいてもよい。強誘電層は圧電物質、圧電歪み物質或いは複合体であってもよい。
強誘電層は、積層体を加熱する前に強誘電層のいずれかの側に電極層を置くことにより供給される表面電極を含む。
図の簡単な説明
図１は、層を接着する前の好ましい実施形態の斜視図。
図２は、層を冷却した後の好ましい実施形態の断面図。
図３は、本発明の別の実施形態の断面図である。
図４は、本発明の別の実施形態の断面図である。
図５は、本発明の製造工程を示す断面図である。
図６は、本発明の別の実施形態を示す斜視図である。
図７は、より大きいウエハを形成するため結合された複数のプレストレスウエハを示す平面図である。
図８は、３つの積み重なったプレストレスウエハを示す側面図である。

好ましい実施形態の詳細な説明

図１に加工前の本発明による圧電性デバイス10を示す。デバイスは圧電層１２、プレストレス層１４及び二つの電極層18aと18bとから成る。圧電層12は、Aura Ceramics（C3900物質）やMorgan Matroxなどから入手可能な円盤状の圧電物質から形成されている。また、圧電層12は、圧電物質をまず砕き、この粉末を、1994年12月16日にファイルされた特許番号08/359,752の”強く、可溶性の芳香族熱可塑性共重合イミド”に記載されているポリアミドのような粘着剤で圧縮接着して一層に固結し、形成することもできる。圧電物質の粉末を圧縮接着する後者の方法では、接着結合剤の割合が最終圧電層12に対し非常に少なくなるようにし、例えば5重量％になるように注意する。後者の方法では、粉末に砕いた圧電物質を接着するのに必要な接着結合操作を、後述する他の接着操作と同時に実施でき、操作が単純になる点で好ましい。圧電物質のみならず、圧電歪み物質等の他の強誘電物質をこの層に用いることもできる。

プレストレス層14はポリアミドのような機械的に強い接着剤を用いて形成することができる。プレストレス層14を形成するために、熱可塑剤、熱硬化剤及びブレイズ合金等を用いてもよい。さらに多重のプレストレス層14をプレストレスを増加するために用いてもよい。接着剤を湿式でコートするかまたは薄いフィルムを融化し、温度を上昇させて圧電層12の片側の面に接着する。接着温度は、用いる接着剤に依存し、接着剤を硬化させたり、乾燥させたりメルトフローさせる。このようにして形成されたプレストレス層14は、典型的には12ミクロンの厚さであるが、数ミクロンから数ｍｍの範囲の厚さであってもよい。圧電層12とプレストレス層14との接着は粘着剤に依存する高温、例えば200～350℃で行われる。その結果、合成された二層が室温に冷却した時、二層の熱的圧縮比の差が、図２に示すように所望の機械的プレストレスを与える。必要であれば、接着剤からなるプレストレス層14は、プレストレスを増大させることに加え、さらに機械的強さを増しヒステリシスを減らすため、補強することができる。プレストレス層14をさらに補強するために、薄層の補強材16が、プレストレス層の上に（図３）または中に（図４）融合されたり、接着されたりする。補強材16の例としては，プラスチック、セラミックス、金属及びアルミナシートストックやカーボンファイバーのようなこれらの材料の組み合わせが挙げられるが、これらに限定されるものではない。補強材16の接着は、圧電物質をプレストレス層14に接着するのと同時に行うことができる。

プレストレス層により、型の形というよりもむしろ目的に合わせた形に薄いセラミックウエハを裁断することが可能になり、ハサミやパタンカッターのような切断道具を用いて角を欠いたり壊したりすることがなくなる。この方法により、2次元の平面セラミックの形から3次元物体のパタン構築を可能にする技術が使用できるようになる。さらにこれらの層により、耐環境性が高まり、過酷な条件下での前記のデバイスの使用が可能となる。もし使用する接着層がよい絶縁体であれば、印加電圧による内部放電或いは外部放電の発生は減少する。

本発明による圧電性デバイス10が2個の電極18a及び18bを含むことも好ましい。電極18a及び18bは、金属を圧電層12に真空蒸着することにより容易に形成でき、圧電層12をプレストレス層14に積層する前に圧電層12に積層することができる。また、電極18a,18bにはグラファイトまたは優れた導体であるシルバーエポキシのような金属と接着剤との混合物を用いてもよい。電極18a,18bに金属・接着剤混合物を用いる場合は、導電性の金属・接着剤混合物を圧電層12に塗布し、次にプレストレス14と圧電層12とを接着すると同時に電極を圧電層12に接着することができるという長所をもつ。目的に応じ、多重電極やパターン化電極を用いることもできる。

上記の技術を組み合わせて、圧電性デバイスの製造を単純化してもよい。塗布された粉末状の圧電物質とその接着剤との混合物、圧電層12に対して用いる接着剤、電極18a,18b用の導電性接着剤、プレストレス層14の強化に用いられる接着剤等のような異なる物質からできた別々の層を集合し、さらに続いて、1994年12月16日にファイルされた特許番号08/359,752の”強く、可溶性の芳香族熱可塑性共重合イミド”に記載されている単一高温接着操作によって、圧電性デバイスを完成させることができる。

製造工程において、完成した圧電性デバイス10が圧電物質を望ましく圧縮するようなプレストレス層14を持つかどうかを確かめるべきである。完成した圧電性デバイス10の出力運動と効率とが最大になるように、圧電物質のプレストレス量を製造中調整することができる。各層は湾曲した形の型を用いて形成してもよい。

以下、図５を参照しつつ、プレストレス層を有する圧電性デバイス10の実施例を説明する。目的のプレストレスを得るために、要求される曲率をもつ型20が選択される。アルミフォイルを用いて形成されたプレストレス補強層16を型20の表面の上に置く。次に、前記粉砕された圧電物質の粘着剤として用いられるポリイミドから形成される接着剤プレストレス層14を補強層16の上に置く。銀で形成される電極層18bを圧電ウエハ12の下側表面に真空蒸着する（このステップは、もしあらかじめ電極が付いた圧電ウエハを使用する場合は不要である）。圧電ウエハ12を接着剤プレストレス層14の上に置く。最後に、必要なら、銀で出来た電極層18aを圧電ウエハ12の上側表面に真空蒸着する。Kapton@（Dupon）のような高温材のシート22により積み重ねた層を覆い、耐高温テープ24を用いて密封し真空バッグをつくる。積層体をオーブンの中に入れ、Kapton@バッグ22の中の空気を真空ポート26を通して排気する。オーブンを300℃に加熱し、接着剤を融化して積層体を接着結合する。冷却の際、積層体にはさらにプレストレスがかかる。出来上がった圧電性デバイスから真空バッグ22と型20とをはずす。

通常、圧電ウエハは入手段階で極性化されているが、プレストレス工程の熱処理に続いて再び極性化する必要がある。極性化は、高温下、双極配向を誘導するDC電圧を用いて行われる。極性化後、圧電ウエハは誘導した配向を維持するために電界の存在下で室温に冷却される。極性化に用いられるDC電界の強さは、与えられた極性化温度で、物体に絶縁破壊を起こさずに最適な極性化を与えるように選択される。

圧電層の厚み及び/または数や、プレストレス層の層の数及び／または厚み、プレストレス層を形成する組成物、圧電層を形成する組成物、型表面の曲率と型などを変えることにより、偏向、運動、力と出力電圧、電流または周波数変換等を引き起こす入力電圧の量と型は変わる。例えば、型の曲率を変えることにより、完成された圧電性デバイスに与えられるプレストレスは異なってくる。プレストレス層の厚さや数、使用する組成物を変えることにより、出力運動及び機械的力を変えることもできる。製造工程中、圧電層とプレストレス層は相対的に動いて、冷却の際プレストレスが追加されるとともに接着する。本発明の圧電性デバイスの製造方法により製作した圧電性デバイスでは他の方法によるものに比べて出力運動が本質的に増加する。

加熱サイクルにおいて円柱状の型表面上で各層を曲げることにより単一方向のプレストレスが生じ、この単一方向のプレストレスにより円柱状に曲げようとする力が強められる。冷却の際、プレストレス層14は、圧電層12の下部にあるので、よりきつい曲率半径を持ち、一方向により大きなプレストレスが与えられて曲げようとする力を形成する。この円筒状に曲げようとする力は、図６に例示するような円形以外の形である。

各々がポリゴン形状を有する複数の圧電性デバイス28を、図７に示すように適当に端部を結合することにより集合し、大きい面積を持つモザイク状のものを作ることができる。圧電性デバイスの端部を接着する有用な方法として、モザイク全体を覆う単一の補強層の使用が挙げられる。

単一の圧電性デバイス10によって得られるよりももっと大きな機械的出力が要求される場合には、2個以上の圧電性デバイス10を、スプーンを積み重ねたようなドーム状に結合したタンデム配列で使用することができる。図８には、3個の圧電性デバイスを積み重ねた例が示される。操作中個々の圧電性デバイスがスムーズに曲げられるように、ひとつの層を他の層に対し相対的に移動可能にする、例えばシリコンゴムのようなエラストマーからなるコンプライアンス層30を設け、圧電性デバイスをお互いに結合することができる。この様に圧電性デバイスが積層されても個々の圧電性デバイス10はお互いに電気的に隔離したままである。即ち１以上の圧電性デバイス10が運動フィードバックセンサーとして機能することが出来る。

1994年12月16日にファイルされた特許番号08/359,752の”強く、可溶性の芳香族熱可塑性

共重合イミド”に記載されているマトリックス組成物成形加工法により製作する場合は、低周波数アクチュエータ（ノイズ消去装置または拡声器）に用いられる大きい柔軟性のあるシートを製造してもよい。この方法は、結合プロセスや連続回転プロセスにより用いられる大きく平らな型を用いることにより実施される。鋳造されたパーツを加圧しながら、結合接着剤を軟化及び/または硬化するために加熱することにより相互に接着する事ができる。

本発明の圧電性デバイスの製造方法により製造した圧電性デバイスは、ポンプ、バルブ、ブレーキ、モーター、センサー、アクチュエータ、光学、音響変換器、活動構造物等に用いることができる。

【図１】

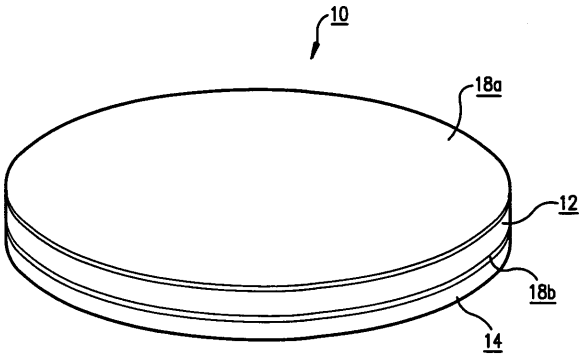

FIG.1

【図２】

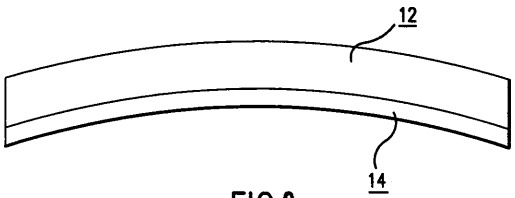

FIG.2

【図３】

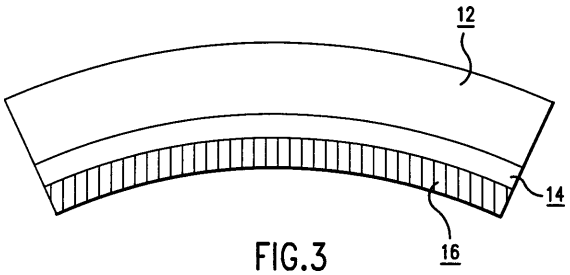

FIG.3

【図４】

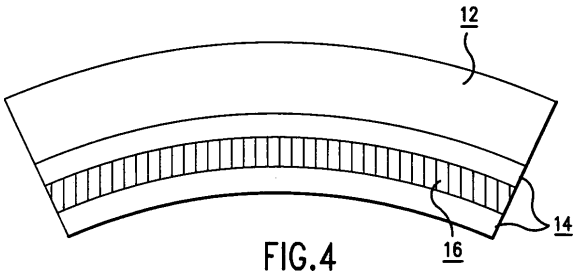

FIG.4

【図５】

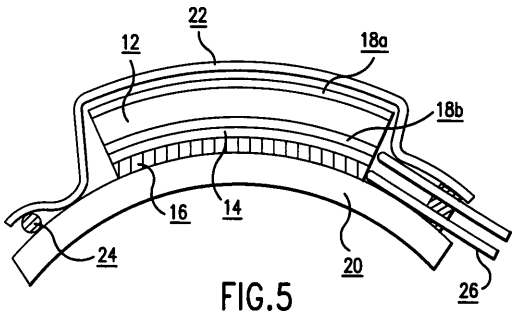

FIG.5

【図６】

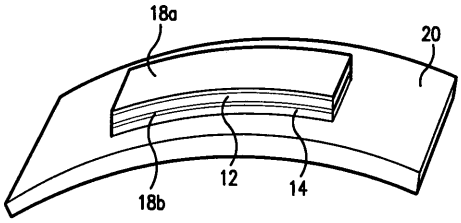

FIG.6

【図７】

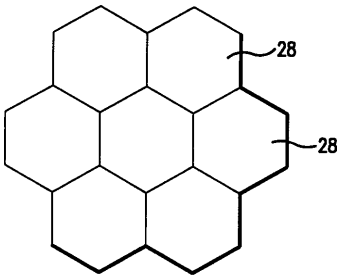

FIG.7

【図８】

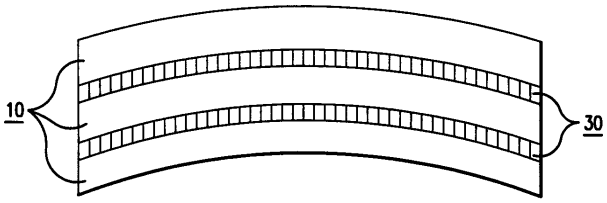

FIG.8

フロントページの続き

(72)発明者 ブライアント，ロバート，ジー.
アメリカ合衆国，バージニア州 ２３６６２，ポクォソン，ピー．オー．ボックス ２２７２
(72)発明者 フォックス，ロバート，エル.
アメリカ合衆国，バージニア州 ２３０７２，グローセスター，フレミング ドライブ １５９２
(72)発明者 ジャリンク，アントニー，ジュニア.
アメリカ合衆国，バージニア州 ２３６０６，ニューポート ニュース，マディソン レイン サウス ５
(72)発明者 ロールバック，ウェイン，ダブリュー.
アメリカ合衆国 バージニア州 ２３６９２，ヨークタウン，ハリス グローブ レイン ２０４
(72)発明者 シンプソン，ジョイセリン，オー.
アメリカ合衆国 バージニア州 ２３６６６，ハンプトン，ガンター コート ３１

審査官 河合 俊英

(56)参考文献 特開平０６－１９６７７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２０４５８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２００９９７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３５０１５５（ＪＰ，Ａ）
特表平０８－５０９５７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 41/09
G01L 1/16
H01L 41/22